

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CAMILO ALBERTO RAMIREZ CASTRO

ESTRUCTURA DE UN PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENETICO
FORESTAL EN LA EMPRESA TEKIA S.A.S Y ANALISIS ECONOMICO EN
PLANTACIONES DE TECA (*Tectona grandis*), UBICADAS EN LA REGION
CARIBE DE COLOMBIA

CURITIBA – PR

2015

CAMILO ALBERTO RAMIREZ CASTRO

ESTRUCTURA DE UN PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENETICO
FORESTAL EN LA EMPRESA TEKIA S.A.S Y ANALISIS ECONOMICO EN
PLANTACIONES DE TECA (*Tectona grandis*) UBICADAS EN LA REGION
CARIBE DE COLOMBIA

Trabajo final presentado al Programa de
Educación continua en Ciencias Agrarias de la
Universidad Federal de Paraná, como requisito
parcial a la obtención del título de Especialista
en Gestión Forestal.

Orientador: Prof. Dr. Marcio Carlos Navroski

CURITIBA – PR

2015

*A mi esposa Amanda Pérez
A Jerónimo, nuestro orgullo
(Nuestro bebe que está en camino)
A mi padre Luís Alberto Ramírez
A mi mamá María Elena Castro
Familia.*

Dedico.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todos aquellos que de alguna forma contribuyeron para la realización de este trabajo, especialmente:

Al personal de Tutores del curso de Pos graduación en Gestión Forestal de la UFPR, profesores y compañeros, por los aprendizajes e intercambio de experiencias, especialmente al Dr. Marcio Carlos Navroski, quien contribuyó a la mejora de este documento.

“Esperar es tener el valor de estar descontento”
Alberto Ramírez – C.

RESUMEN

El presente trabajo describe la implementación y desarrollo del programa de mejoramiento genético en Tekia S.A.S. empresa reforestadora en Colombia, con el cual se busca aumentar la producción de productos maderables en los próximos años, manteniendo características deseables. El mejoramiento se debe ver reflejado en la evaluación del proyecto cuantificando en el valor de producción por hectárea. El proyecto tiene como objetivo la producción de árboles con diámetros uniformes – DAP mayores a 45 cm al final de la rotación entre 18 - 20 años, y madera de calidad superior. Los programas de mejoramiento genético aumentan la producción de plantaciones forestales, disminuyen los ciclos de producción y mejoran las características de la industria principalmente de las especies de turnos a largo plazo. Por tanto Tekia S.A.S. debe tener definida una política para el mejoramiento genético como fundamento de los procesos y estructura de la empresa. El proyecto de establecimiento de plantaciones de Teca es viable económicamente con TIR de 11,3% y VAN (\$ 3.421.631) en plantaciones con programas sin mejoramiento genético intensivo, lo que indica que estructurando un buen manejo de programas de mejoramiento genético se espera que la rentabilidad sea mucho mayor en proyectos forestales con la especie *Tectona grandis*.

Palabras claves: Mejoramiento genético. Análisis económico.

RESUMO

Este artigo descreve a implementação e desenvolvimento do programa de melhoramento genético em Tekia S.A.S. empresa de reflorestamento na Colômbia, com o qual busca aumentar a produção de produtos de madeira nos próximos anos, mantendo características desejáveis. A melhoria deve ser refletido na avaliação dos projectos quantificar o valor da produção por hectare. O projeto visa produzir árvores com diâmetros uniformes - DAP maior que 45 cm no final da rotação entre 18 a 20 anos e madeira de qualidade superior. Os programas de melhoramento genético aumentar a produção de plantações florestais, diminuir os ciclos de produção e melhorar as características da indústria, principalmente das espécies de ciclo de longo prazo. Portanto Tekia S.A.S.deve ter definido uma política para o melhoramento genético como a fundação de processos e estrutura da empresa. A proposta de criação de plantações de Teca é economicamente viável, com 11,3% TIR e VPL (\$ 3.421.631 COP) em plantações sem programas intensivos, indicando que a boa gestão dos programas de melhoramento genético estruturados são esperados que a rentabilidade é muito maior em projetos florestais com espécie *Tectona grandis*.

Palavras-chave: melhoramento genético. Análise económica.

SUMMARY

This paper describes the implementation and development of breeding program in SAS Tekia reforestation company in Colombia, with which it seeks to increase the production of wood products in the coming years, while maintaining desirable characteristics. The improvement should be reflected in the project evaluation by quantifying the value of production per hectare. The project aims at producing trees with uniform diameters - DAP greater than 45 cm at the end of rotation between 18 - 20 years, and superior quality wood. The breeding programs increase the production of forest plantations, decrease production cycles and improve the characteristics of the industry mainly of species of long-term shifts. Therefore Tekia S.A.S. You must have defined a policy for breeding as the foundation of processes and company structure. The proposed establishment of Teak plantations is economically feasible with TIR of 11.3% and NPV (\$ 3,421,631) in plantations without intensive breeding programs, indicating that good management of structured breeding programs are expected that profitability is much higher in forestry projects with the specie *Tectona grandis*.

Keywords: Genetic improvement. Economic analysis.

LISTA DE ILUSTRACIONES

FIGURA 1. FLUJOGRAMA REPRESENTATIVO DE LAS ETAPAS DESARROLLADAS EN EL TRABAJO	15
FIGURA 2. AREAS DE LAS UMF DE LA EMPRESA TEKIA S.A.S.	16
FIGURA 3. LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO	17
FIGURA 4. ESQUEMA GENERAL DE MEJORAMIENTO GENÉTICO FORESTAL	19
FIGURA 5. ESQUEMA POBLACIONAL DE UN PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO APLICADO A TEKIA S.A.S.	20
FIGURA 6. UBICACIÓN DE LAS UNIDADES DE MANEJO FORESTAL Y LOS AVANCES EN EL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENETICO.....	22
FIGURA 7. CRECIMIENTO EN ALTURA (MTS), ENSAYO PROCEDENCIA/PROGENIE, UBICADO EN MUNICIPIO DE PUERTO LIBERTADOR (CÓRDOBA - COLOMBIA) TECA, AÑO 2014.....	23
FIGURA 8. CRECIMIENTO EN ALTURA (MTS), ENSAYO PROCEDENCIA/PROGENIE, UBICADO EN MUNICIPIO DE TOLU (SUCRE - COLOMBIA) TECA, AÑO 2014.....	24
FIGURA 9. ESTIMACIÓN DEL TAMAÑO REQUERIDO DEL AREA PRODUCTORA DE SEMILLA APLICADO A TEKIA S.A.S.	25
FIGURA 10. DISEÑO DE ENSAYO CLON X SITIO ESTABLECIDO EN AGOSTO 2015 TEKIA S.A.S.	30
FIGURA 11. ESCENARIO ESPERADO DE UNA PRIMER GENERACIÓN DE UN PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO.	32
FIGURA 12. EFECTO DEL MEJORAMIENTO EN LA CALIDAD PARA USO INDUSTRIAL DE LAS PRIMERAS CINCO TROZAS DE UN ÁRBOL.	33
FIGURA 13. PLAN DE MANEJO PLANTACION COMERCIAL DE TECA Y VOLUMEN ESPERADO.....	34
FIGURA 14. FLUJO DE CAJA PROYECTO FORESTAL DE TECA SIN MEJORAMIENTO GENETICO.....	36
FIGURA 15. RESULTADO DEL ANALISIS FINANCIERO, PROYECTO DE TECA SIN MEJORAMIENTO GENETICO INTENSIVO.....	37
FIGURA 16. TASA INTERNA DE RETORNO PROYECTO DE TECA SIN MEJORAMIENTO GENETICO INTENSIVO.....	38

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCION	10
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo general.....	14
2.2 Objetivos específicos	14
3 MATERIALES Y METODOS	15
3.1 Área de estudio	16
4 DESARROLLO	17
3.1 Bases para la implementación del Programa de Mejoramiento Genético	18
3.1.1 Establecimiento de ensayos de procedencias/progenie.....	20
3.1.2 Establecimiento de un rodal semillero para producción de semillas de árboles seleccionados en razas locales.	24
3.1.3 Programa de reproducción vegetativa en Teca	27
3.1.3.1 Selección de árboles	27
3.1.3.2 Evaluación de los árboles plus	28
3.1.4 Establecimiento de los ensayos de interacción clon x sitio	29
3.1.5 Establecimiento de huertos semilleros	31
3.1.6 Establecimiento de ensayos de progenie de segunda generación.....	31
3.2 Referencias del programa de mejoramiento genético	32
3.3 Evaluación económica de proyecto Teca, con turnos a 24 años.....	33
CONCLUSIONES	39
BIBLIOGRAFIA	40

1 INTRODUCCION

El cultivo de Teca comenzó en la India en el decenio de 1840 y alcanzó niveles significativos a partir de 1865. El primer país fuera de Asia donde se introdujo la Teca fue Nigeria, en 1902 y en América Tropical, la primera plantación de Teca se estableció en Trinidad y Tobago en 1913. Posteriormente se extendió a Honduras, Panamá y Costa Rica entre 1926 y 1929. Luego, el cultivo de la Teca se ha extendido a casi todos los países latinoamericanos (TEWARI, 1999; PANDEY Y BROWN, 2000). A Colombia esta especie entró por la zona de Puerto Boyacá, en el Magdalena Medio, en los años 50, gracias a la Texas Petroleo Company, que se encargó de importar la semilla para establecer viveros en sus instalaciones, y posteriormente, regalar plántulas a todas las fincas de la región.

En Brasil, em el Estado de Mato Grosso de um total de 145.498 ha de planaciones forestales, la Teca es la espécie plantada em mayor extension, con 48.526 ha. De las 48.526,2 ha verificadas en 42 municípios, las mayores plantaciones se encuentran en orden decreciente, en los municipios de Cáceres (10.713 ha), Brasnorte (5.316 ha), Rosário Oeste (5.205 ha), Alta Floresta (4.569 ha), Barra do Bugres (2.986 ha), Tangará da Serra (2.673 ha) e Porto Estrela (2.187 ha). La Teca fue identificada como única espécie plantada em los municípios de Juruena (1.564 ha), Cotriguaçu (1.345 ha), Jauru (1.052 ha) e Curvelândia (647 ha). (SHIMIZU, 2007). En Mato Grosso, Brasil, se dieron introducciones comerciales desde Trinidad y Tobago a finales de los años 1960 (empresa Cáceres Florestal), de donde se constituyeron las primeras fuentes semilleras del Brasil (SCHNELL E SCHUHLLI Y PALUDZYSZYN 2010).

Al inicio del 2000, se introdujo material genético clonal al Brasil procedente del Programa de Mejoramiento Genético de Teca en Sabah, Malasia insular (GOH et ál.2007). Algunos de esos clones han sido propagados en forma masiva y ya alcanzan hasta varios millones de plantas propagados por medio de cultivo de

tejidos. Estos genotipos han sido diseminados en la región latinoamericana desde entonces.

Tectona grandis, popularmente conocida como Teca, es un árbol de gran porte, nativa de los bosques tropicales situadas entre 10° e 25°N en el continente Indico y sudeste Asiático, principalmente en la Burma, Tailandia, Laos, Camboja, Vietnam e Java. Debido a su dispersión geográfica y a la variabilidad de ambientes donde se encuentra naturalmente, la Teca es una especie de alta adaptabilidad con dispersión vertical entre 0 y 1300 msnm (ANGELI, 2003). La especie presenta su mejor desarrollo en regiones donde la precipitación anual es de 1.250 mm y 3.750 mm, temperatura mínima de 13°C y máxima de 43°C, y una estación seca (disponibilidad hídrica menor que 50 mm/mes) de 3 meses (DIAS, 2009). En individuos adultos, las hojas en promedio tienen 30 a 40 centímetros de longitud por 25 centímetros de ancho. Entretanto, en los individuos más jóvenes, con hasta 3 años de edad, las hojas pueden alcanzar el doble de estas dimensiones (FIGUEIREDO, 2005).

El mejoramiento genético forestal debe ser parte del manejo intensivo de las plantaciones y por lo tanto del aumento en la producción de los productos forestales, esto teniendo en cuenta que con el aumento en la población mundial, la demanda de productos forestales en la próxima década va ser mayor.

Una de las fuentes fundamentales de mejoramiento de las inversiones forestales es la genética, pues puede aumentar la rentabilidad del cultivo al mejorarse la forma de los árboles, su productividad, el color de la madera, las propiedades físicas y mecánicas, la resistencia a plagas y enfermedades y el crecimiento en suelos marginales. Como en todos los programas de mejoramiento de árboles, el crecimiento y el rendimiento se convirtieron en componentes esenciales de todos los programas de mejoramiento conocidos mundialmente.

Probablemente, los primeros esfuerzos en mejoramiento genético de la Teca iniciaron a principios de 1945 por parte de científicos británicos en países asiáticos (Richens 1945 en Birmania, hoy Myanmar). A finales de los años 1950 e inicios de 1960, muchos estudios impulsados por la cooperación internacional reportaban un progreso en los trabajos de mejoramiento y un avance en los rasgos de crecimiento (GRAM et ál. 1958, KEIDING y BOONKIRD 1960, MATHEWS 1961, KEDHAMATH Y RAIZADA 1961). En Latinoamérica, el primer programa de mejoramiento genético se dio, probablemente, en Trinidad y Tobago con la participación de científicos británicos (CHALMERS 1962). En Hojancha, Guanacaste (Pacífico norte de Costa Rica) a inicios de los años 1980, se dio inicio al establecimiento de una red de rodales semilleros de alta calidad (BARQUERO 1984) y, posteriormente, un Banco de Semillas.

El futuro de las plantaciones de Teca y su capacidad para producir madera de similar calidad a la de los bosques naturales ha sido objeto de numerosos debates y argumentos. Las investigaciones más recientes indican que la madera de Teca obtenida de turnos de rotación cortos no difiere significativamente en resistencia y densidad de la madera obtenida de bosques naturales, aunque debido a su menor contenido de duramen y extractos, esta madera es menos durable y posee cualidades estéticas menos atractivas.

Tekia S.A.S es una organización de carácter privado con domicilio principal en la ciudad de Medellín (Colombia), y con presencia directa e indirecta en la región Caribe, centro y suroccidente del país donde se desarrolla el objeto social de la empresa. La Organización hace parte del Grupo Argos, una matriz de infraestructura con inversiones en los sectores de cemento, energía, inmobiliario, carbón y puertos. Como Organización dedicada a la reforestación con fines comerciales, Tekia S.A.S opera bajo criterios de desarrollo sostenible en las esferas de crecimiento económico, equidad social y ecoeficiencia y se adhiere a los principios y criterios del Forest Stewardship Council –FSC.

Actualmente para las unidades de manejo forestal de Tekia en Puerto libertador se estima una Incremento medio anual (IMA) del 13,65 m³/Ha/año y para la UMF San Onofre 13,6 (m³/Ha/año), mientras que en Carmen de Bolívar los incrementos son menores por la oferta ambiental del sitio. Estos Índices son los que se espera mejorar con la estructuración del programa de mejoramiento genético.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Estructurar las bases de un programa de mejoramiento genético en Teca (*Tectona grandis*) en las plantaciones de la empresa TEKIA S.A.S, ubicada en la región Caribe de Colombia.

2.2 Objetivos específicos

- i) Enunciar los aspectos básicos a tener en cuenta en un programa de mejoramiento genético forestal.
- ii) Describir los principales puntos del programa de reproducción vegetativa en la empresa Tekia S.A.S.
- iii) Evaluar el impacto económico que puede generar la implementación de un programa de mejoramiento genético en una empresa del sector forestal en Colombia, teniendo en cuenta un análisis económico de una plantación sin mejoramiento genético.

3 MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo muestra de manera descriptiva, una revisión de publicaciones nacionales e internacionales de la especie Teca (*Tectona grandis*), con textos publicados por diferentes autores citados en la bibliografía del presente trabajo. Basado en esos conceptos de literatura y experiencias del autor en trabajos con la especie a lo largo de los últimos 10 años, se pretende estructurar el programa de mejoramiento genético en la empresa Tekia S.A.S, la cual ya tiene un avance en algunos puntos del programa de mejoramiento. Además, se presenta un análisis económico de la especie sin mejoramiento genético, con datos construidos por el autor en plantaciones con el objeto de tener un punto de referencia para estimar la ganancia con el mejoramiento genético.

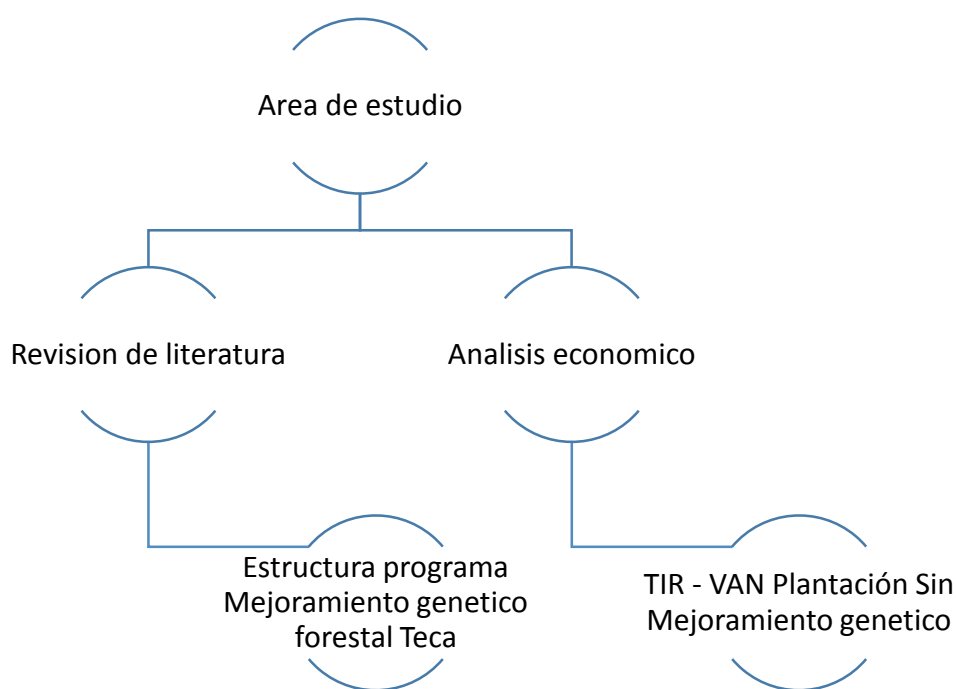


FIGURA 1. FLUJOGRAMA REPRESENTATIVO DE LAS ETAPAS DESARROLLADAS EN EL TRABAJO

3.1 Área de estudio

El área de estudio corresponde a la zona Caribe de Colombia (Figura 3) principalmente los departamentos de Sucre, Córdoba y Bolívar, donde la Organización de Manejo Forestal de la empresa Tekia ha optado por una certificación de manejo forestal (FSC) para sus tres Unidades de Manejo Forestal (UMF) ubicadas en los municipios de Carmen de Bolívar y Ovejas; San Onofre y Puerto Libertador, cuya propiedad es privada y alcanzan un área total de 5614,5 hectáreas. Estas se distribuyen en las 3 unidades o núcleos de la siguiente manera:

Núcleo (UMF)	Cobertura Natural (Ha)	Plantación (Ha)	Cuerpos de agua (Ha)	Área sin plantar (Ha)	Área inundación intermitente (Ha)	Zona de Erosión	Rastrojo bajo y potreros	Área Total (Ha)
San Onofre	288,90	1.650,66	9,46	117,92	2,95		9,63	2079,52
Puerto Libertador	307.89	1.651,91	92,18	27,21	75,84	1,57	11,24	2167.84
El Carmen de Bolívar	527,3	805,64	8,63	-	-	0,44	25.1	1367,11
Total	1.124,09	4108,21	110,27	145,13	78,79	2.01	45.97	5614,47

FIGURA 2. AREAS DE LAS UMF DE LA EMPRESA TEKIA S.A.S.



FIGURA 3. LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

4 DESARROLLO

El programa de mejora para la Teca (*Tectona grandis*) será fructífero en la medida que se disponga de una amplia base genética, lo que es de especial relevancia en un programa que tiene un horizonte de planificación de largo plazo. Además, es la única forma de poder cambiar favorablemente las frecuencias génicas de los caracteres a mejorar. El principio de la variabilidad genética constituye el pilar fundamental sobre el cual se basa este programa, el que junto con la optimización de la ganancia genética en el menor plazo posible forman una estructura sólida para iniciar la construcción de un programa de esa naturaleza.

De acuerdo a esto el programa se dirige hacia la obtención de ganancias genéticas para los caracteres de interés, en el corto y largo plazo. En el corto plazo se tomarán básicamente en la utilización de rodales existentes de la empresa Tekia S.A.S., e introducción de nuevos conjuntos de procedencias, en áreas productoras de semilla, de estas áreas se cosechará semilla comercial mejorada producto de polinización abierta entre los árboles dejados en pie.

Tekia S.A.S es miembro activo de CAMCORE, cooperativa que trabaja en la conservación de las especies arbóreas forestales tropicales y subtropicales, y la cual tiene como principales actividades (i) identificar las especies amenazadas y procedencias; (ii) recoger semillas de estas poblaciones vulnerables; (iii) distribuir semillas para la conservación ex situ y para estudios de crecimiento; (iv) evaluar la diversidad genética para mejorar los métodos de conservación in situ; (v) evaluar la adaptabilidad y el crecimiento de los árboles en diversos lugares; y (vi) desarrollar programas de mejora genética a largo plazo para asegurar la sostenibilidad de los recursos.

3.1 Bases para la implementación del Programa de Mejoramiento Genético

Con el objeto de implementar un programa de mejoramiento genético se deben seleccionar o producir nuevos genotipos con la capacidad de adaptación a zonas productoras específicas, mayor rendimiento por árbol y/o unidad de superficie, mejora en características fenotípicas y propiedades físicas, resistencia o tolerancia a plagas y enfermedades, mayor velocidad de crecimiento y/o desarrollo (reducción del turno), entre otros (Figura 4).

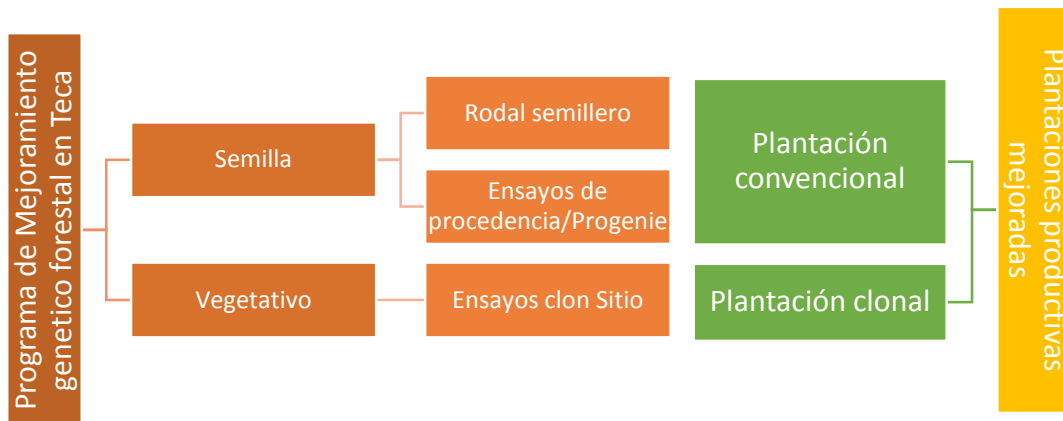


FIGURA 4. ESQUEMA GENERAL DE MEJORAMIENTO GENÉTICO FORESTAL

El proceso de mejoramiento, se inicia con una población amplia de árboles plus que deberán ser verificados en campo mediante ensayos genéticos para finalmente utilizar a nivel comercial los individuos élite o certificados genéticamente (Figura 5). La liberación comercial de clones o semilla mejorada es la salida de un buen programa de mejoramiento y no debe ocurrir sin la validación de campo previa.

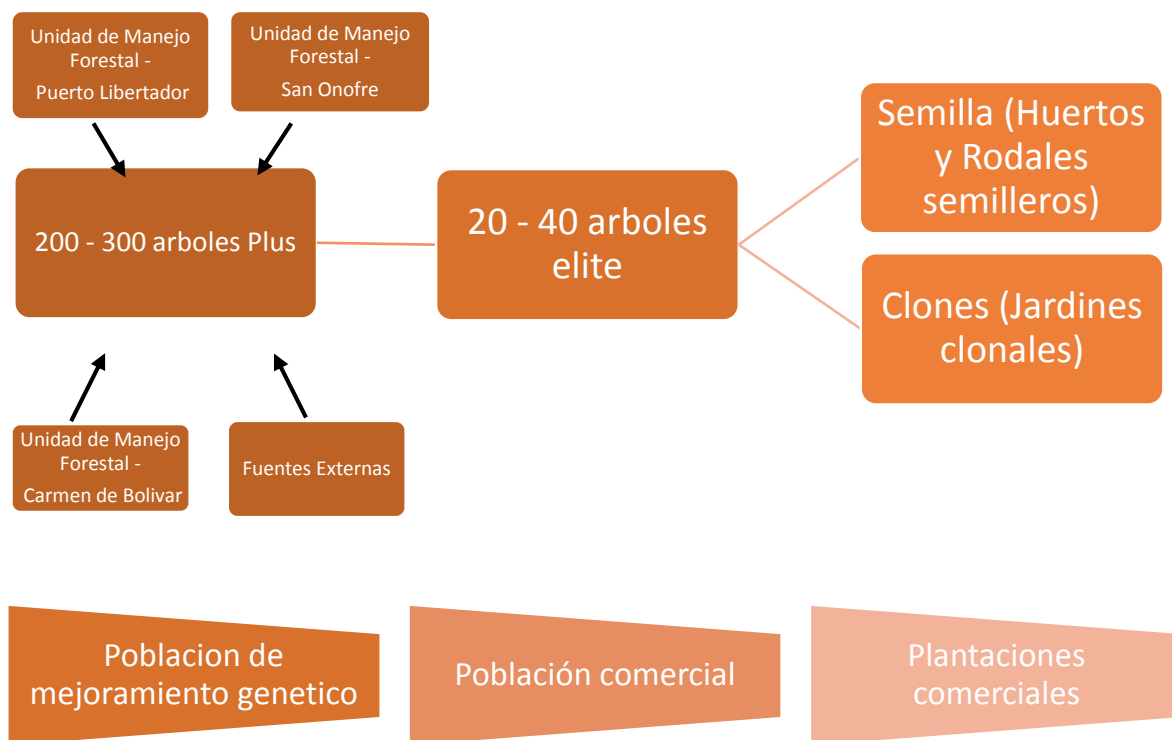


FIGURA 5. ESQUEMA POBLACIONAL DE UN PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO APLICADO A TEKIA S.A.S.

A continuación se detallan cada una de las bases a tener en cuenta para la ejecución de un programa de mejoramiento genético:

3.1.1 Establecimiento de ensayos de procedencias/progenie.

Con el establecimiento de ensayos de procedencia/progenie se busca tener una base genética en diferentes ambientes, con el objetivo de:

- Verificar o certificar si el material seleccionado es verdaderamente superior genéticamente.
- Obtener parámetros genéticos: ranking, varianzas genética, correlaciones genéticas, interacción G x E, etc.
- Estimar la producción comercial con los mejores materiales
- Evaluación de cruzamientos controlados, selección de siguiente generación.

Trabajos realizados desde el año 2011 hasta la fecha en el establecimiento de ensayos de procedencia la empresa cuenta con una base genética de 135 familias diferentes de Teca (*Tectona grandis*), distribuidas en ensayos de Procedencia/Progenie en 3 localidades diferentes ubicados en la región caribe de Colombia en los departamentos de Sucre, Bolívar y Córdoba, se espera realizar una primer selección a los 7 años de edad.

Dentro de los ensayos existen familias provenientes de Colombia, Tanzania, Indonesia, Guatemala, Costa Rica, Australia, Mozambique, Venezuela, Bangladesh, India y México.

En dos de los ensayos (Puerto Libertador y San Onofre) se relacionaron 42 familias, las cuales fueron distribuidas en 6 réplicas con diseño aleatorizado al azar, donde cada una se compone de 6 repeticiones, cada árbol está distribuidos a una distancia 3x3 metros en una densidad de 1.111 árboles/ha en un área de 1,6 ha.

Para el caso de la unidad de manejo forestal Carmen de bolívar se relacionaron 48 familias, las cuales fueron distribuidas en 10 réplicas aleatorizada, compuesta en 6 repeticiones, a una distancia 3x3 metros.

Para minimizar diferencias significativas se manejaron los mismos criterios de establecimiento y manejo.

En las figuras 7 y 8 se pueden identificar los ensayos de Procedencia / Progenie el crecimiento en altura a los 12 meses de establecido, las diferentes familias de Teca y su comportamiento en condiciones ambientales diferentes. El código 999 es el testigo comercial, se observan algunas familias con un desarrollo superior, además es evidente la diferencia entre sitios con promedio en altura de 1,1 mts (Tolú) y 4,6 mts (Puerto Libertador). Los resultados no son concluyentes pero si permiten ver que a corto plazo se pueden realizar mejoras con los individuos superiores.

Ubicación Unidades de Manejo Forestal - Tekia- S.A.S



FIGURA 6. UBICACIÓN DE LAS UNIDADES DE MANEJO FORESTAL Y LOS AVANCES EN EL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENETICO

Ubicación del Ensayo:

País Colombia
 Departamento Córdoba
 Municipio Puerto Libertador
 Localidad o Predio Estrella Lote 17 - Código 13230201
 Latitud (grados decimales) N7 52 34.3 W75 42 00.5
 Altura sobre el nivel del mar (m) 114

Precipitación (mm)

Promedio Anual 2949
 Mínima anual 2239
 Máximo anual 3767

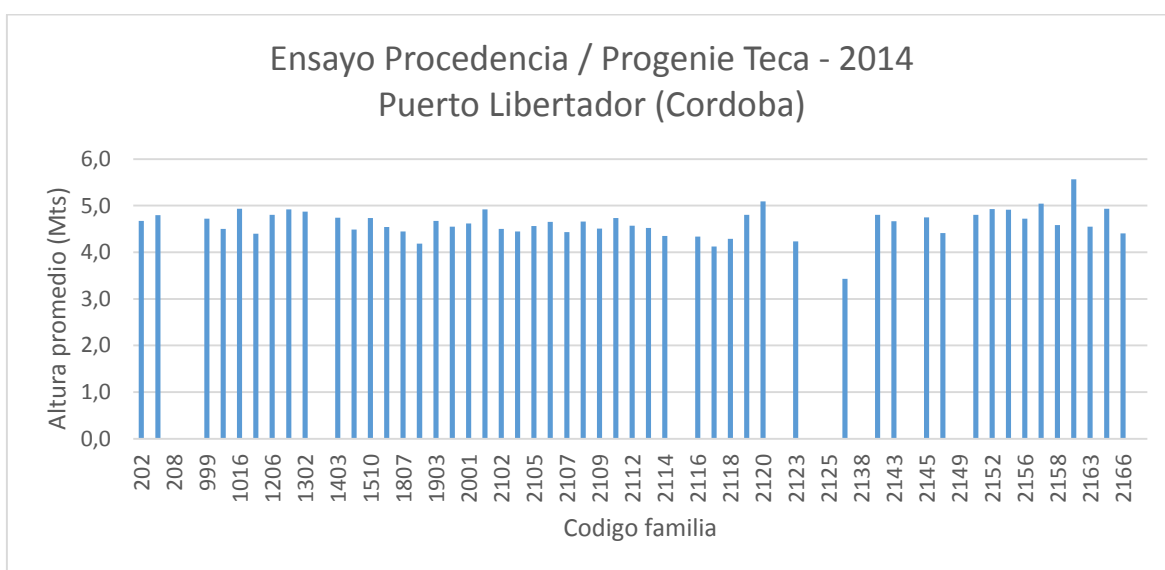


FIGURA 7. CRECIMIENTO EN ALTURA (MTS), ENSAYO PROCEDENCIA/PROGENIE, UBICADO EN MUNICIPIO DE PUERTO LIBERTADOR (CÓRDOBA - COLOMBIA) TECA, AÑO 2014

Ubicación del Ensayo:

País Colombia
 Departamento Sucre
 Municipio Tolú
 Localidad o Predio Planta cementos Argos
 Latitud (grados decimales)
 Altura sobre el nivel del mar (m) 15

Precipitación (mm)

Promedio Anual 941
 Mínima anual 756,8
 Máximo anual 1292,8

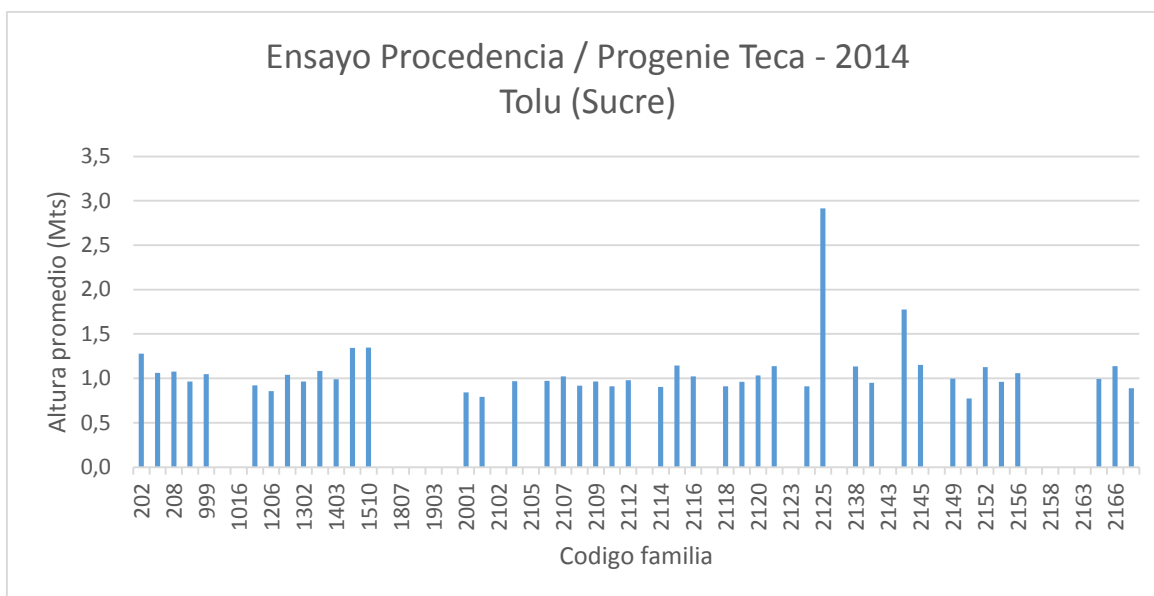


FIGURA 8. CRECIMIENTO EN ALTURA (MTS), ENSAYO PROCEDENCIA/PROGENIE, UBICADO EN MUNICIPIO DE TOLU (SUCRE - COLOMBIA) TECA, AÑO 2014

3.1.2 Establecimiento de un rodal semillero para producción de semillas de árboles seleccionados en razas locales.

A la fecha la empresa no cuenta con un área productora de semilla (APS), sin embargo se están haciendo mediciones que permitan identificar zonas que tengan características de fuentes semilleras, que aún cuando han demostrado no ser las mejores en crecimiento, podrían aportar a futuro alelos deseables para: resistencia a enfermedades, adaptación a sitios con limitantes y otras características.

Para determinar la superficie a destinar de las áreas Productoras de Semilla (APS), se debe conocer la demanda de semilla asociada a la especie en consideración, por lo tanto, se debe tener conocimiento de los siguientes aspectos:

- Plan de reforestación anual a corto plazo para determinar el área a plantar.
- Requerimientos de semilla a corto plazo, lo cual va a depender de la cantidad de plántulas por hectárea requeridas, porcentaje de germinación de la semilla y numero de semillas viables por kilogramo, perdida de plántulas en vivero y en el trasplante eliminación de plántulas de mala calidad.

Basado en los anteriores conceptos, la empresa Tekia proyecta siembra de aproximadamente 200 hectáreas / año, en los próximos 5 años, posteriormente el plan de siembra se ajusta a lo cosechado. Además cuenta con un centro de producción vegetal (CPV) con capacidad de producción de 1.500.000 plantas/año, las cuales son producidas para consumo interno y externo. Para la producción de la capacidad total del CPV con la especie Teca se requieren 935 kg de semilla. Ver Figura 9.

ESTIMACION DEL TAMAÑO DEL AREA PRODUCTORA DE SEMILLA		
FACTORES	CALCULO	
1. Distanciamiento inicial	3,5 * 2,6 m	
2. Plantas por hectarea	1.098	10.000 m2 / 3,5 * 2,6 m
a. Numero de plantas		
b. Mas replante		
Porcentaje	8	1098*8/100
Numero de plantas	88	
c. Necesidad de plantas plantables	1.186	
d. Mas perdidas en vivero y selección en vivero		
Porcentaje	15	
Numero de plantas	178	1.186*15/100
e. Total de plantulas viverizadas	1.364	
3. Numero de semillas/Kg lote de semillas	1.600	
4. Numero de Kg de semilla necesaria por ha	0,85	
5. Tasa anual de plantacion	1100	Mercado Interno y externo
6. Requerimiento anual de semilla	935	1100 ha * 0,85 Kg/ha

FIGURA 9. ESTIMACIÓN DEL TAMAÑO REQUERIDO DEL AREA PRODUCTORA DE SEMILLA APLICADO A TEKIA S.A.S.

La empresa ha determinado su necesidad de materia prima y ha destinado que la tasa anual de plantación para la especie Teca será de 1100 hectáreas (equivalente a la capacidad total del CPV).

Para estimar el área destinada a la producción de semilla mejorada genéticamente, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- a. Adicionar un 50% de la necesidad de semilla/año, como factor de seguridad (ZOBEL Y TALBERT, 1988), debido a la tendencia de muchas especies de producir semilla en forma bianual, trianual o en ciclos.
- b. La producción de un árbol de la especie Teca en condiciones de rodal semillero manejado se estima 0,15 kg/año.
- c. La densidad final del rodal semillero de la especie Teca será de 100 árboles/ha
- d. Debido a que no todos los arboles florecen y fructifican al mismo tiempo en el rodal, se asume que solo al 50% de ellos se les cosecha frutos anualmente.
- e. Se considera una pérdida del 50% de la semilla por daño causado por insectos.

Con base en lo anterior y resumiendo, se tiene la siguiente información:

Especie	Teca	
Superficie a reforestar	1100	ha/año (equivalente a Pdn vivero)
Necesidad anual de semilla	935	Kg
Densidad final del rodal semillero	100	árboles/ha
Kg de semilla por árbol	0,15	
Número de árboles a cosechar	50	

Para la estimación del área se aplica la siguiente formula:

Área (ha) = (Kg requeridos/año * 1*(árboles/ha*kg/árboles))/0,5. (H. IPINZA, 1998).

Reemplazando se tiene: APS (ha) = (935*1/(50*0,15))/0,5 = 249,3 ha de área productora de semilla efectivas.

Por lo tanto, para producir 935 kg de semilla por año, la empresa debe destinar un rodal de al menos 249,3 ha efectivas, lo que considera los factores de

descuentos anteriormente mencionados y especialmente el que tienen que ver con la periodicidad de la producción de semilla. Sin embargo con la implementación del programa de reproducción asexual esta cifra disminuiría.

Los rodales semilleros son, por lo general, la primera opción para la producción de semilla mejorada a escala comercial, en forma rápida y relativamente eficiente. Su principal limitación es la baja ganancia genética esperada, que no supera el 6-8% (MURILLO, 1992).

3.1.3 Programa de reproducción vegetativa en Teca

Para la producción de madera de alta calidad y volumen por árbol individual, se privilegian árboles con características cualitativas de fuste más exigentes. Se elegirán árboles capaces de acumular mayor volumen individual y con alta dominancia apical como principal criterio de selección. Es decir, el ideotipo del árbol plus es aquel que invierte la mayor parte de su energía en el fuste y poco en ramas. Una mayor cantidad de caracteres deberán ser por tanto considerados en el momento de sancionar el árbol candidato a plus.

3.1.3.1 Selección de árboles

Como principio, todo carácter debe tener: a) un alto control genético (heredabilidad), b) alta variación genética, c) preferiblemente de fácil medición (ZOBEL Y TALBERT, 1984).

La selección se fundamenta en el señalamiento y determinación de individuos sobre una población base, los cuales para ser un árboles plus deben tener características de interés sobresaliente con respecto a sus vecinos (crecimiento, calidad del fuste, diámetro del tallo, Angulo de inserción y grosor de

ramas, estado sanitario, tamaño de copa, presencia de gambas o aletones basales, tolerancia a condiciones adversas, entre otras.).

En la selección de árboles plus por la distinción fenotípica el uso del método de comparación de individuos, permite relacionar el árbol seleccionado con sus mejores vecinos, para ello debe hacerse una revisión minuciosa en toda la plantación.

3.1.3.2 Evaluación de los árboles plus

Se considera una edad apropiada para evaluar arboles plus la mitad del turno (8-10 años), atribuyendo en esta etapa la mayor expresión de sus características. El principio básico de los caracteres por evaluar en los árboles son los que imponen importancia económica según los fines deseados de producción.

Las características valoradas para la selección son el estado, altura, DAP, porcentaje de albura y duramen.



3.1.4 Establecimiento de los ensayos de interacción clon x sitio

A partir de árboles plus seleccionados en las plantaciones y en los ensayos genéticos, e implementando el programa de reproducción vegetativa, se procede al establecimiento de los ensayos de interacción clon x sitio. En Agosto de 2015 se iniciaron en las unidades de manejo forestal Puerto Libertador y Tolu, los establecimientos con la evaluación de 3 testigos y 22 clones de árboles plus seleccionados anteriormente, los cuales fueron establecidos en 3 diferentes ambientes y con un diseño al azar (ver Figura 10) suministrado por CAMCORE,

instituto que acompaña a Tekia S.A.S en los programas de investigación y desarrollo.

Se espera continuar con la selección de individuos para establecer anualmente nuevos ensayos que permitan identificar los mejores individuos en determinados ambientes.

		Column: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20																			
		184 border trees																			
Row		Rep 10										Rep 11									
		11-35	11-24	15-9	11-29	11-33	11-33	15-28	11-2	11-14	999	999	11-36	15-28	999	11-10	11-10	11-42	11-35	11-48	11-34
1		1	2	3	4	5	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	496	497	498	499	500
2		999	11-59	999	11-14	11-32	11-23	11-10	11-30	11-41	11-32	11-34	11-42	11-24	11-35	11-41	11-33	11-2	15-12	11-29	15-9
3		10	9	8	7	6	245	244	243	242	241	260	259	258	257	256	495	494	493	492	491
4	Rep 1	11-30	15-28	11-2	11-38	11-36	11-59	11-36	15-9	11-34	11-38	11-2	15-9	11-35	11-59	999	11-59	11-41	11-40	11-32	11-38
5		11	12	13	14	15	236	237	238	239	240	261	262	263	264	265	486	487	488	489	490
6		11-29	11-41	11-23	11-48	11-42	999	11-35	11-42	999	15-12	11-38	11-48	11-14	15-12	11-23	11-30	15-28	11-36	11-24	11-35
7		20	19	18	17	16	235	234	233	232	231	270	269	268	267	266	485	484	483	482	481
8		11-10	15-12	11-40	11-34	999	11-29	11-48	11-35	11-24	11-40	11-29	11-33	11-30	11-32	11-40	999	11-23	11-14	999	999
9		21	22	23	24	25	226	227	228	229	230	271	272	273	274	275	476	477	478	479	480
10		11-38	11-32	999	11-36	11-30	11-14	11-41	15-9	11-33	11-42	11-35	999	15-28	999	11-30	11-38	11-59	11-36	999	15-12
11		30	29	28	27	26	225	224	223	222	221	280	279	278	277	276	475	474	473	472	471
12		11-10	15-12	15-28	11-34	11-24	11-10	11-32	11-48	11-32	11-24	11-29	11-42	11-59	11-41	11-36	11-32	11-14	11-48	999	11-23
13		31	32	33	34	35	216	217	218	219	220	281	282	283	284	285	466	467	468	469	470
14		11-41	999	11-14	15-9	11-35	11-30	11-29	11-2	11-40	11-23	11-32	11-29	15-12	999	11-40	11-42	11-35	15-9	11-29	11-10
15		40	39	38	37	36	215	214	213	212	211	290	289	288	287	286	465	464	463	462	461
16	Rep 2	11-29	11-48	11-59	15-26	11-33	999	15-12	11-35	11-38	11-59	11-34	11-23	15-9	11-10	11-24	999	11-33	11-2	11-30	11-40
17		41	42	43	44	45	206	207	208	209	210	291	292	293	294	295	456	457	458	459	460
18		999	11-23	11-40	11-2	11-42	11-34	11-36	15-28	999	999	11-48	11-38	11-33	11-2	11-14	11-32	11-41	11-24	11-34	15-28
19		50	49	48	47	46	205	204	203	202	201	300	299	298	297	296	455	454	453	452	451
20		11-41	11-59	11-48	11-10	11-35	11-38	11-40	11-10	11-33	11-2	11-59	15-9	11-14	11-29	999	11-42	11-33	999	11-48	11-32
21		51	52	53	54	55	196	197	198	199	200	301	302	303	304	305	446	447	448	449	450
22		11-29	11-2	11-40	11-24	11-36	11-48	11-59	11-35	11-29	999	11-23	11-42	11-33	15-28	11-36	11-10	11-23	11-35	15-12	11-36
23	Rep 3	60	59	58	57	56	195	194	193	192	191	310	309	308	307	306	445	444	443	442	441
24		11-38	11-42	11-23	11-34	11-14	11-14	11-32	999	11-42	15-9	11-40	11-41	11-32	999	11-24	999	11-59	11-40	15-9	11-41
25		61	62	63	64	65	186	187	188	189	190	311	312	313	314	315	436	437	438	439	440
26		999	11-32	11-30	999	15-26	999	11-34	11-36	11-41	15-28	11-48	11-34	11-30	15-26	999	11-38	15-28	11-14	11-29	999
27		70	69	68	67	66	185	184	183	182	181	320	319	318	317	316	435	434	433	432	431
28		999	15-12	15-9	11-33	15-28	11-24	11-30	11-42	15-12	11-23	11-35	11-2	15-12	11-48	11-38	11-24	15-26	11-30	11-2	11-34
29		71	72	73	74	75	176	177	178	179	180	321	322	323	324	325	426	427	428	429	430
30		999	11-36	11-33	999	11-14	11-2	11-30	11-33	11-29	11-24	15-12	11-42	999	11-34	11-29	11-41	11-23	11-38	11-35	11-59
31		80	79	78	77	76	175	174	173	172	171	330	329	328	327	326	425	424	423	422	421
32		11-34	15-9	11-23	999	15-26	11-48	11-40	11-42	11-10	11-35	11-36	11-24	999	11-40	11-59	15-9	11-14	11-24	11-32	999
33		81	82	83	84	85	166	167	168	169	170	331	332	333	334	335	416	417	418	419	420
34	Rep 4	11-10	11-29	11-42	15-12	11-59	11-23	11-48	15-12	15-9	11-38	11-48	11-38	15-28	11-32	11-2	999	11-34	11-40	11-30	11-10
35		90	89	88	87	86	165	164	163	162	161	340	339	338	337	336	415	414	413	412	411
36		11-30	11-48	11-38	15-28	11-24	11-41	11-34	11-14	999	11-59	11-10	999	11-33	11-14	11-35	11-2	15-28	11-36	999	11-29
37		91	92	93	94	95	156	157	158	159	160	341	342	343	344	345	406	407	408	409	410
38		11-32	11-2	11-40	11-41	11-35	999	11-32	999	11-36	15-28	11-30	11-41	11-23	11-48	11-42	15-12	11-33	11-48	11-42	11-32
39		100	99	98	97	96	155	154	153	152	151	350	349	348	347	346	405	404	403	402	401
40		11-30	11-29	999	11-40	11-48	11-36	11-40	11-29	11-41	11-23	11-59	11-48	11-10	11-40	11-42	11-42	15-12	11-14	11-35	11-38
41		101	102	103	104	105	146	147	148	149	150	351	352	353	354	355	396	397	398	399	400
42		15-12	11-48	11-36	11-29	11-2	11-33	11-42	11-34	11-2	11-32	999	11-29	11-33	11-38	11-14	11-48	11-24	11-29	999	11-34
43		110	109	108	107	106	145	144	143	142	141	360	359	358	357	356	395	394	393	392	391
44	Rep 5	11-24	11-33	11-35	999	11-10	11-48	11-10	999	15-12	11-59	999	11-35	11-24	11-23	11-36	11-23	11-32	11-40	11-42	999
45		111	112	113	114	115	136	137	138	139	140	361	362	363	364	365	386	387	388	389	390
46		15-28	11-38	11-59	11-32	11-14	999	999	11-30	11-24	11-48	15-12	11-42	999	11-34	11-32	11-36	11-30	11-59	15-28	11-41
47		120	119	118	117	116	135	134	133	132	131	370	369	368	367	366	385	384	383	382	381
48		999	11-34	11-42	11-32	11-41	11-42	11-35	11-38	11-14	15-28	11-41	11-30	11-2	15-28	11-48	11-33	11-2	999	11-10	11-42
49		121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380
		Rep 6										Rep 15									

FIGURA 10. DISEÑO DE ENSAYO CLON X SITIO ESTABLECIDO EN AGOSTO 2015 TEKIA S.A.S.

3.1.5 Establecimiento de huertos semilleros

Existen básicamente dos tipos de huertos semilleros, los que se establecen con material propagado a través de injertos (usualmente compuestos de varios rametos por cada ortet), que se denominan huertos semilleros clonales (HSC) y los que se originan de plántulas de semilla (usualmente un ensayo genético), que se conocen como huertos semilleros de semilla (HSS) o de plántulas (HSP).

Los huertos semilleros se pueden definir como una plantación constituida exclusivamente por material previamente seleccionado e identificado como árbol plus. Los huertos clonales en Teca han demostrado su utilidad en programas de mejoramiento actualmente en desarrollo en Malasia (Chaix et ál. 2011).

Se debe iniciar la selección de los mejores individuos dentro de las mejores familias y procedencias con base en los resultados de los ensayos de procedencias/progenie que actualmente se encuentran establecidos y que serán evaluados a los 5 y 10 años de edad.

El material será seleccionado de las plantaciones de la empresa y se estudiarán mercados externos, al interior y exterior del país, que cuenten con condiciones ambientales similares a la de las Unidades de manejo forestal actuales.

3.1.6 Establecimiento de ensayos de progenie de segunda generación.

Estos se plantarán luego que se evalúen los ensayos de progenie de primera generación

Ensayo de producción de rebrotes en árboles de 5 años de edad. El objetivo es utilizar selecciones tempranas en los ensayos genéticos para el establecimiento de ensayos clonales (interacción clon x sitio).

3.2 Referencias del programa de mejoramiento genético

En la figura 11, DE CAMINO R. Y PIERRE, J. en el libro: Las plantaciones de Teca en América Latina: Mitos y realidades (p.96) citan un escenario esperado de una primer generación de un programa de mejoramiento genético, con base en una ganancia genética de un 20% en volumen, un 25% en calidad y de un año en el tiempo de cosecha.

Escenario	Dap Promedio	Volumen por árbol hasta 10 m de fuste	N° de árboles/ha calidad 1 y 2	Volumen /ha de cosecha de calidad 1 y 2
Sin mejoramiento (18 años)	35	0,67 m3	100	67 m3
Con mejoramiento (17 años)	38,3	0,80 m3 (20% ganancia)	125 (25% ganancia)	100 m3

FIGURA 11. ESCENARIO ESPERADO DE UNA PRIMER GENERACIÓN DE UN PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO.

Fuente: DE CAMINO R. Y PIERRE, J. 2013

La Figura 12, muestra el efecto del mejoramiento en la calidad para uso industrial de las primeras cinco trozas de un árbol, expresado en el índice de calidad (de 0 a 100 = excelente) la izquierda un árbol plus promedio de Teca y a la derecha un árbol típico sin mejoramiento genético; material procedente del departamento de Córdoba, región caribe de Colombia.

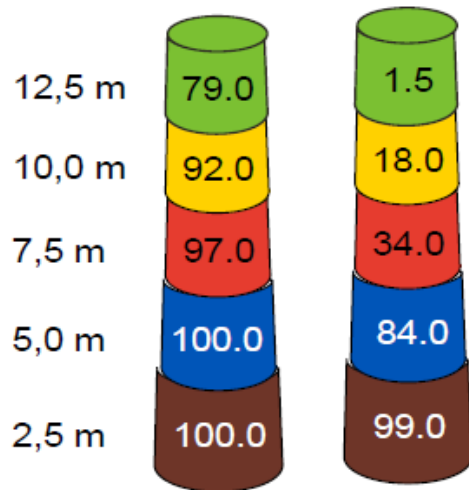


FIGURA 12. EFECTO DEL MEJORAMIENTO EN LA CALIDAD PARA USO INDUSTRIAL DE LAS PRIMERAS CINCO TROZAS DE UN ÁRBOL.

Fuente: ESPITIA et ál. (2011).

3.3 Evaluación económica de proyecto Teca, con turnos a 24 años.

En la Figura 14, se detalla un flujo de caja de una plantación de Teca con un turno de 24 años. Los datos son tomados de apuntes de proyectos desarrollados por el autor y no reflejan el manejo y los costos de la empresa Tekia S.A.S. Con el análisis se busca tener un punto de partida de la importancia que puede tener el mejoramiento genético en un proyecto forestal de Teca y que a futuro proyectos con mejoramiento les permita reducir los turnos de las plantaciones e incremento en calidad y volumen de la plantación para producción de madera aserrable.

En la Figura 13, se detalla el manejo de los datos para los costos del flujo de caja presentado en una plantación con densidad inicial de 1111 arb/ha, sin un mejoramiento genético previo del material a establecer.

Intervención	Año	Volumen extracción (M3)/ Madera aserrable
Entresaca 1	11	33
Entresaca 2	17	93
Talarrasa	24	223
	TOTAL	349

FIGURA 13. PLAN DE MANEJO PLANTACION COMERCIAL DE TECA Y VOLUMEN ESPERADO.

Al realizar el flujo de caja se calcularon índices financieros como: el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR), y la relación costo/beneficio.

La relación costo/beneficio. Indica que por cada peso - COP que se invierta el proyecto retornara 4,25 peso - COP al inversionista. El proyecto obtendrá los primeros ingresos por el proyecto desde el año 11 cuando se realiza el primer raleo.

La tasa de descuento que se utilizó para este proyecto es del 10% en Colombia la tasa activa que se utiliza varia de 8- 12 %.

Flujo de caja		AÑO										
FASE	PROCESO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ESTABLECIMIENTO	Levantamiento topográfico	27.000										
	Adecuación de Terreno	1.191.823										
	Preparación de Suelos	623.497										
	Siembra	2.192.299										
	Control De Hormiga	26.757										
	Desbejuque	160.636										
	Limpia Mecanizada	197.793										
	Limpia Quimica	303.672										
	Plateo Manual	139.712										
	Poda de Manejo	120.150										
	Riego	640.072										
	Control de Incendios	17.079										
	Asistencia técnica	600.000										
	Administracion propia	511.562										
Total ESTABLECIMIENTO		6.752.052										
MANTENIMIENTO	Fertilizacion		510.184									
	Control De Hormiga		26.757	26.757	26.757	26.757	26.757	26.757	26.757	26.757	26.757	26.757
	Desbejuque		160.636	160.636	160.636							
	Limpia Manual	400.674										
	Limpia Mecanizada		214.460	214.460	107.317	107.317	107.317	107.317	107.317	107.317	107.317	107.317
	Plateo Manual		138.840	138.840								
	Poda de Manejo		192.437	125.774	232.574	232.574	232.574	232.574	232.574	232.574		
	Riego		960.108									
	Control de Incendios		17.079	17.079	17.079	17.079	17.079	17.079	17.079	17.079	17.079	17.079
	Asistencia técnica		200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
	Mantenimiento de caminos		10.778	10.778	10.778	10.778	10.778	10.778	10.778	10.778	10.778	10.778
	Administracion propia		159.530	158.810	158.810	158.810	158.810	53.949	53.949	53.949	53.949	53.949
Total MANTENIMIENTO		400.674	2.590.809	1.053.134	913.951	753.315	753.315	548.454	548.454	548.454	315.880	315.880
(en blanco)	(en blanco)											
Total (en blanco)												
APROVECHAMIENTO	Asistencia técnica											
	Entresaca											
	Tala rasa final											
Total APROVECHAMIENTO												
TRANSPORTE ASERRIO	Entresaca											
	Tala rasa final											
Total TRANSPORTE ASERRIO												
VENTAS	Ventas											
Total VENTAS												
FLUJO DE CAJA	FLUJO DE CAJA	\$ (7.152.727)	\$ (2.590.809)	\$ (1.053.134)	\$ (913.951)	\$ (753.315)	\$ (753.315)	\$ (548.454)	\$ (548.454)	\$ (548.454)	\$ (315.880)	\$ (315.880)

Continuación

FASE	PROCESO	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ESTABLECIMIENTO	Levantamiento topográfico														
	Adecuación de Terreno														
	Preparación de Suelos														
	Siembra														
	Control De Hormiga														
	Desbejuque														
	Limpia Mecanizada														
	Limpia Química														
	Plateo Manual														
	Poda de Manejo														
	Riego														
	Control de Incendios														
	Asistencia técnica														
	Administración propia														
Total ESTABLECIMIENTO															
MANTENIMIENTO	Fertilización														
	Control De Hormiga	26.757	26.757	26.757	26.757	26.757	26.757	26.757	26.757	26.757	26.757	26.757	26.757	26.757	26.757
	Desbejuque														
	Limpia Manual														
	Limpia Mecanizada														
	Plateo Manual														
	Poda de Manejo														
	Riego														
	Control de Incendios	17.079	17.079	17.079	17.079	17.079	17.079	17.079	17.079	17.079	17.079	17.079	17.079	17.079	17.079
	Asistencia técnica	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
	Mantenimiento de caminos	10.778	10.778	10.778	10.778	10.778	10.778	10.778	10.778						
	Administración propia	53.949	53.949	53.949	53.949	53.949	53.949	53.949	53.949	53.949	53.949	53.949	53.949	53.949	53.949
Total MANTENIMIENTO		208.563	208.563	208.563	208.563	208.563	208.563	208.563	208.563	197.785	197.785	197.785	197.785	197.785	197.785
(en blanco)															
Total (en blanco)															
APROVECHAMIENTO	Asistencia técnica	66.000						186.000							446.000
	Entresaca	1.256.316						3.540.526							
	Tala rasa final														8.489.649
Total APROVECHAMIENTO		1.322.316						3.726.526							8.935.649
TRANSPORTE ASERRIO	Entresaca	221.100						623.100							
	Tala rasa final														1.494.100
Total TRANSPORTE ASERRIO		221.100						623.100							1.494.100
VENTAS	Ventas	7.920.000						27.900.000							111.500.000
	Total VENTAS	7.920.000						27.900.000							111.500.000
FLUJO DE CAJA	FLUJO DE CAJA	\$ 6.168.022	\$ (208.563)	\$ (208.563)	\$ (208.563)	\$ (208.563)	\$ (208.563)	\$ 23.341.811	\$ (208.563)	\$ (197.785)	\$ (197.785)	\$ (197.785)	\$ (197.785)	\$ (197.785)	\$ 100.872.466

FIGURA 14. FLUJO DE CAJA PROYECTO FORESTAL DE TECA SIN MEJORAMIENTO GENETICO

La tasa interna de retorno. Al final de los 24 años para este proyecto es de 11,3% indicador que es rentable ya que el valor obtenido es mayor a la tasa exigida al proyecto lo que demuestra a los inversionistas que pueden invertir en proyecto ya que es factible a largo plazo, y que con un programa serio de mejoramiento genético se puede mejorar aún más estos indicadores.

PERIODO (AÑOS)	VAN $FNE/(1+i)^n$
0	(7.152.727)
1	(2.355.281)
2	(870.359)
3	(686.665)
4	(514.524)
5	(467.750)
6	(309.588)
7	(281.444)
8	(255.858)
9	(133.964)
10	(121.785)
11	2.161.854
12	(66.454)
13	(60.413)
14	(54.921)
15	(49.928)
16	(45.389)
17	4.618.053
18	(37.512)
19	(32.339)
20	(29.399)
21	(26.727)
22	(24.297)
23	(22.088)
24	10.241.137

DATOS			
NUMERO DE PERIODOS	24		
TIPO DE PERIODO	AÑO		
TASA DE DESCUENTO (I)	10%		
	VAN	\$ 3.421.631	
	TIR	11,3453%	

FIGURA 15. RESULTADO DEL ANALISIS FINANCIERO, PROYECTO DE TECA SIN MEJORAMIENTO GENETICO INTENSIVO

El resultado del VAN nos indica que el proyecto después de cubrir totalmente la inversión, y un 10 % de costo de oportunidad este generará al final de los 24 años \$ 3.421.631 COP, lo que indica que el establecimiento de plantaciones de Teca (*Tectona grandis*) es un proyecto viable económicamente bajo condiciones citadas, se plantearon diferentes escenarios con distintos porcentajes de costo de oportunidad como se muestra en la Figura 16.

TASA INTERNA DE RETORNO		
TASA DE DESCUENTO	VAN	
0%	\$ 112.647.626,25	<u>Viable</u>
5%	\$ 29.954.476,03	<u>Viable</u>
10%	\$ 3.421.630,80	<u>Viable</u>
15%	(\$ 5.600.525,29)	<u>No Viable</u>
20%	(\$ 8.777.420,67)	<u>No Viable</u>
25%	(\$ 9.879.571,51)	<u>No Viable</u>
30%	(\$ 10.207.070,05)	<u>No Viable</u>
35%	(\$ 10.235.874,64)	<u>No Viable</u>
40%	(\$ 10.149.758,06)	<u>No Viable</u>
45%	(\$ 10.022.805,25)	<u>No Viable</u>
50%	(\$ 9.885.710,66)	<u>No Viable</u>

TIR 11,3%

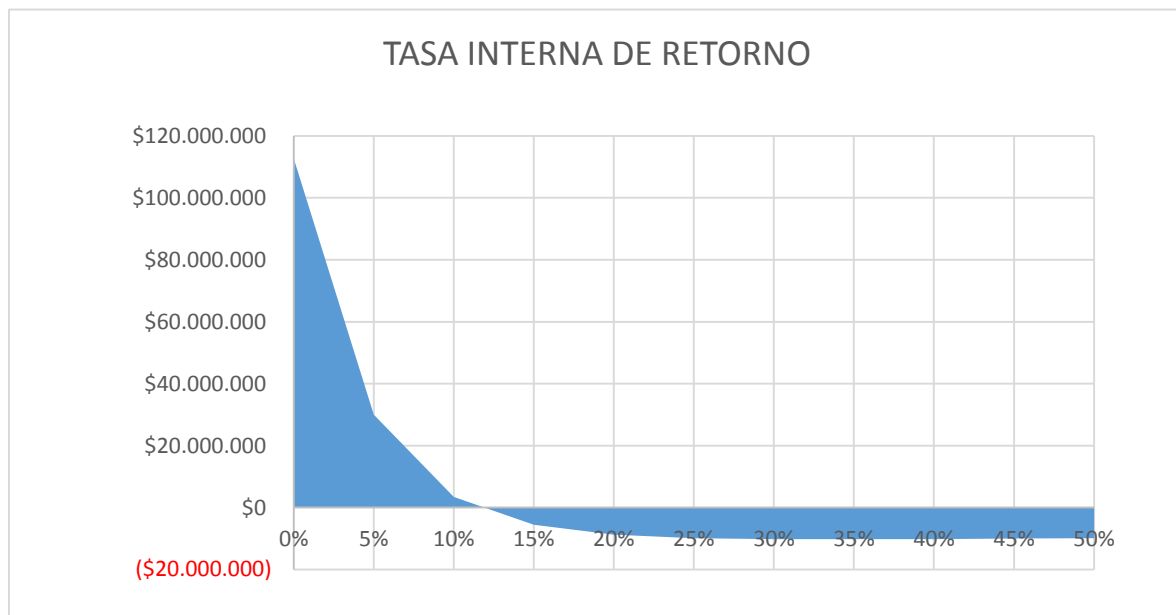


FIGURA 16. TASA INTERNA DE RETORNO PROYECTO DE TECA SIN MEJORAMIENTO GENETICO INTENSIVO

CONCLUSIONES

La implementación del programa de mejoramiento genético se realiza mediante la reproducción selectiva de genotipos superiores. Por lo tanto, su propósito es triple, identificación de individuos, realizar cruzamientos entre ellos y obtener progenies que generen poblaciones forestales con características superiores a las que presentaban las poblaciones anteriormente establecidas en el mismo sitio.

Los indicadores financieros, VAN, TIR, relación costo/beneficio, demuestra que invertir en proyectos de Teca son viables económicamente, aunque sean periodos largos de retorno, periodos que se pueden disminuir con la estructuración y ejecución de programa de mejoramiento genético.

Con el mejoramiento genético se pueden disminuir los turnos de las plantaciones obteniendo madera aserrable de mejor calidad y con volúmenes superiores.

BIBLIOGRAFIA

ANGELI, A. Identificacao de Especies Florestais - Tectona Grandis (Teca). Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF. Piracicaba- SP. mai. 2003. Disponivel em: <http://www.ipef.br/identificacao/tectonagrandis.asp>

BARQUERO, M. 1984. Establecimiento de rodales semilleros en el Centro Agrícola Cantonal de Hojancha, Guanacaste. Práctica de Especialidad. Cartago, Costa Rica, ITCR. 85 p.

CHAIX, G; MONTEUUIS, O; GARCIA, C; ALLOYSIUS, D; GIDIMAN, J; BACILIERI, R; GOH, DKS. 2011. Genetic variation in major phenotypic traits among diverse genetic origins of teak (*Tectona grandis* L.f.) planted in Taliwas, Sabah, East Malaysia. *Annals of Forest Science* 68(5):1015-1026.

CHALMERS, WS. 1962. The breeding of pine (*Pinus caribaea* Mor.) and teak (*Tectona grandis* L.) in Trinidad: Some early observations. Eighth British Commonwealth Forestry Conference, East Africa. 10 p. Trinidad, Government Printing Office.

DE CAMINO R. Y PIERRE, J. Las plantaciones de Teca en América Latina: Mitos y realidades, p 96. 2013.

DIAS, J.R.M. et al, Quebra de dormencia em diásporos de Teca (*Tectona grandis* L.f.). *Acta Amazonica*. Manaus. v. 39. 2009.

ESPITIA, M; MURILLO, O; CASTILLO, C. 2011. Ganancia genética esperada en Teca (*Tectona grandis* L.) en Córdoba (Colombia). *Colombia Forestal* 14(1): 81-93.

FIGUEIREDO, E. O. Teca (*Tectona grandis* L. f.): principais perguntas do futuro empreendedor florestal. Rio Branco: Embrapa Acre, p. 87. 2005.

GOH, DKS; CHAIX, G; BAILLERES, H; MONTEUUIS, O. 2007. Mass production and quality control of teak clones for tropical plantations: The Yayasan Sabah Group and Forestry Department of Cirad Joint Project as a case study. *Bois et Forêts des Tropiques* 293: 65-77.

GRAM, K; LARSE, C. 1958. The flowering of teak (*Tectona grandis*) in aspect of tree breeding, based on observations in Thailand. Natural History Bulletin of the Siam Society no. 19.

IPINZA, R. CONIF Serie técnica N°42: Mejoramiento Genético Forestal. Santa fe de Bogota. 162 p.

KEDHARNATH, S; RAIZADA, MB. 1961. Genetics and forest tree breeding. In Proc., Silvicultural Conference (10. Dehra Dun, India) Part II: 203-214.

KEIDING, H; BOONKIRD, SA-ARD. 1960. Budding and grafting of teak. Nueva Delhi, India, Subcomisión de la Teca. FAO/TSC 60/3.3.

MATHEWS, JD. 1961. A progress of forest genetics and forest tree breeding research. Report to the Government of India under FAO-Expanded Technical Assistance Program FAO-ETAP. Report no. 1349.

MURILLO, O. 1992. Metodología para el diseño y establecimiento de rodales semilleros. Tecnología en Marcha (ITCR) 11 (Número especial): 3-9.

PANDEY, D. Y BROWN, C. 2000. La Teca: una visión global. Unasyuva 51(2): s.p.
Patel, V.J. 1991. Teak cultivation at Jivrajphai Patel agroforestry center. In Teak: Proceedings of the international teak symposium, thiruvananthapuram, Kerala, India.

SCHNELL E SCHUHLLI, G; PALUDZYSZYN, F. 2010. O cenário da silvicultura de Teca e perspectivas para o melhoramento genético. Pesquisa Florestal Brasileira (Colombo) 30(63): 217-230.

SHIMIZU, KLEIN Y VICTOR DE OLIVEIRA 2007. Diagnóstico das Plantações Florestais em Mato Grosso 2007

TEKIA. 2015. Plan de Manejo Forestal 2014 - 2018, Procedimiento No: PT-05-21-706-03, 143 p.

TEWARI, D. 1999. A monograph on teak (*Tectona grandis* Linn. .F.). Dehra Dun, India. International Book Distributors. 479 p.

ZOBEL B., TALBERT J. 1984. Applied Forest Tree Improvement. John Wiley & Sons. USA. 510 p.